

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Höschel, Nadja; Meyer, Dirk

Konstruktive Gestaltung eines Verschlusssegmentes unter Berücksichtigung der ökologischen Durchgängigkeit am Beispiel des Hochwasserrückhaltebeckens Niederpöbel

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/103577>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Höschel, Nadja; Meyer, Dirk (2012): Konstruktive Gestaltung eines Verschlusssegmentes unter Berücksichtigung der ökologischen Durchgängigkeit am Beispiel des Hochwasserrückhaltebeckens Niederpöbel. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Staubauwerke - Planen, Bauen, Betreiben. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 47. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 483-492.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Konstruktive Gestaltung eines Verschlusssegmentes unter Berücksichtigung der ökologischen Durchgängigkeit am Beispiel des Hochwasserrückhaltebeckens Niederpöbel

Nadja Höschel
Dirk Meyer

Im Pöbeltal / Osterzgebirge wird nördlich der Ortslage Niederpöbel vom Betrieb Oberes Elbtal der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen ein ökologisch durchgängiges Hochwasserrückhaltebecken als Trockenbecken geplant. Der Standort des Hochwasserrückhaltebeckens Niederpöbel liegt im Einzugsgebiet der Roten Weißeritz am Pöbelbach, einem Gewässer II. Ordnung. Das Gebiet ist geprägt durch kurze intensive Niederschläge, die entsprechend mit kurzen Vorwarnzeiten einhergehen.

Das Bauwerk wird als Steinschüttdamm mit Asphaltinnenkerndichtung konzipiert und integriert im Massivbauwerk eine Straßendurchfahrt, einen ökologischen Durchlass und Betriebsauslass sowie eine seitlich angeordnete Hochwasserentlastung. Im Hochwasserfall werden die Straßendurchfahrt und der Ökodurchlass verschlossen.

Im Ergebnis von Variantenuntersuchungen werden zwei hintereinander liegende Verschlüsse als Hubschütz mit horizontalen Hohlrippen konzipiert, die bei geöffnetem Querschnitt vertikal in dem darüberliegenden Schieberturm liegen. Die Stahlkonstruktion der Verschlüsse muss dabei nicht nur unter statischen Gesichtspunkten betrachtet werden, sondern auch über die gesamte Breite der Sohle sowie den Seitenbereichen die erforderliche Dichtigkeit gewährleisten. Im folgenden Bericht wird dabei auf die gestalterischen und hydraulischen Randbedingungen am Beispiel des Ökodurchlasses eingegangen.

1 Hydraulische Randbedingungen und Gestaltungskriterien

Die Gesamtlänge des Ökodurchlasses beträgt 65 m. Zur Querung von Fledermäusen oder Landtieren, muss daher ein großzügiger Querschnitt für ausreichende Lichtverhältnisse geschaffen werden. So wird im Ergebnis am Verschluss ein Querschnitt mit einer lichten Höhe von max. 4,50 m und einer Weite

von 5,00 m festgelegt. Um gleichzeitig die Mindestwasserstände für die ökologische Durchgängigkeit von Makrozoobenthos sicherzustellen, wird die Gewässersohle mit einer entsprechenden Niedrigwasserrinne ausgestattet.

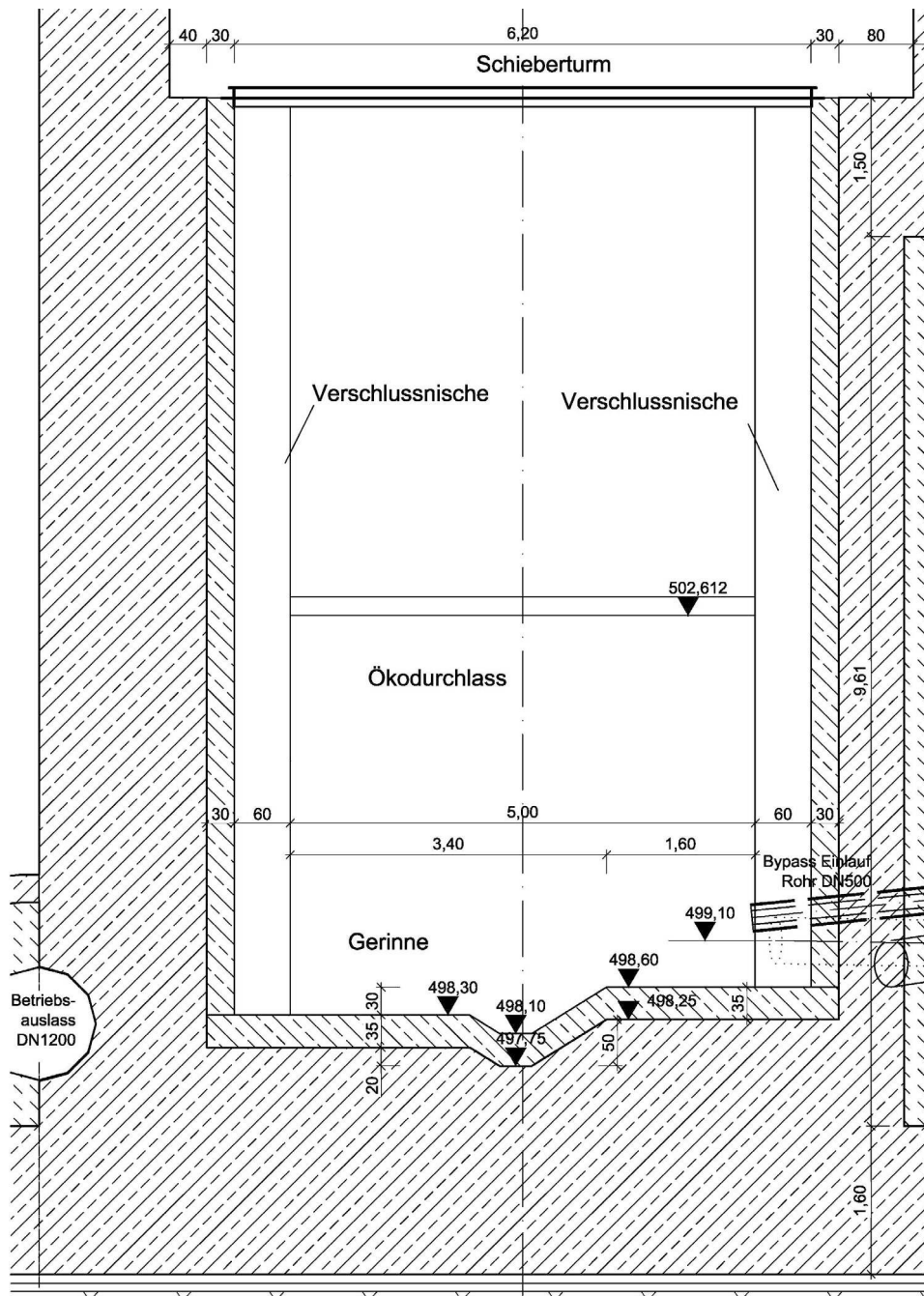


Abbildung 1: Querschnitt Massivbauwerk am Verschlusssegment [PG 2011]

Die Sohlbreite des Gerinnes im Bereich des Verschlusses (Abbildung 1) beträgt gesamt 2,60 m, dazu wird ab der Niedrigwasserrinne eine 1 : 1,6 geneigte Böschung von 0,50 m Höhe angelegt, womit sich eine Gerinnebreite von 3,40 m

ergibt. Rechtsseitig wird eine begehbare Berme mit einer Breite von 1,60 m angeordnet. Die seitlichen Verschlussnischen, die in Zweitbeton ausgeführt werden, sind zusätzlich 60 cm tief eingelassen und fassen die Einbauteile für die Verschlüsse und deren seitliche Dichtung.

Die 20 cm tiefe trapezförmige Niedrigwasserrinne ist an der Sohle 35 cm breit. Sie mäandriert im Ökodurchlass und durchläuft auf der Höhe des Verschlusses die Achse der Gerinnesohle. Die Längsneigung des Gerinnes beträgt hier 2,8 %. Die lichte Höhe variiert von 4,00 m bis 4,50 m im Bereich der Niedrigwasserrinne.

Neben der konstruktiven Gestaltung des Ökodurchlasses stellt die Hydraulik einen weiteren Eckpunkt der Bemessung der Verschlüsse dar. Das gesamte Einzugsgebiet des Pöbelbachs beträgt bis zum Beckenstandort 12,1 km² und an der Mündung 18,5 km². Am geplanten Beckenstandort stromauf der Ortslage Niederpöbel weist der Pöbelbach für ein 24-stündiges Niederschlagsereignis eine Abflussspende von ca. 3000 l/(s km²) auf.

Im Rahmen der Planung wird im Unterwasser des Hochwasserrückhaltebeckens ein Pegelstandort errichtet, der bei Hochwasser Informationen zur Steuerung der Verschlüsse liefert. Eine durchgeführte Wasserspiegellagenberechnung [PG 2007] ergab für den Unterwasserpegel die in Tabelle 1 angeführten bemessungsrelevanten Abflüsse.

Tabelle 1 Ermittelte Abflüsse für Pegelmessstelle im Unterwasser [PG 2007]

Bemessungsart	Abfluss [m ³ /s]
<i>HQ (Abfluss schadlos)</i>	<i>10,90</i>
BHQ ₃	36,55
BHQ ₁	53,31
BHQ ₂	64,88

Die Steuerung der Verschlüsse richtet sich nach dem Auftreten maßgebender Abflüsse im Unterwasser. So ist festgelegt, dass der für die Unterlieger des Hochwasserrückhaltebeckens schadlose Abfluss von 10,90 m³/s nicht überschritten werden darf. Unter Berücksichtigung der erforderlichen Schließzeiten des Verschlusses im Ökodurchlass beginnt daher das Absenken des Verschlusses bereits bei einem gemessenen Abfluss von ca. 10,70 m³/s.

Die Absenkgeschwindigkeit des Tores wird u. a. anhand der Bemessungsabflüsse, des vorhandenen Retentionsvolumens, dem maximal zulässigen Abfluss bei veränderlichem Abflussquerschnitt und dem Zeitpunkt des Einsetzens der Betriebsauslässe ermittelt. Im Ergebnis wurde eine Geschwindigkeit von 9 mm/s gewählt.

Zu Beginn des Schließvorgangs beträgt der Wasserstand am Verschluss ca. 70 cm. Das Schütz senkt sich dabei zunächst ca. 6,5 min bis zur Wasserkante. Danach wird der Verschluss eingestaut und als scharfkantiges Schütz unterströmt.

Nach ca. 9 min ist das Schütz vollständig abgesenkt und dichtet umlaufend den Ökodurchlass ab (siehe Abschnitt 2). Zu diesem Zeitpunkt beträgt der Wasserstand am Schütz ca. 2,75 m. Eine längere Schließzeit würde sich auf die Bemessung des Tores auswirken, da das Schütz ausschließlich über das Eigengewicht abgesenkt wird. Höhere Wasserstände steigern den Wasserdruck am Verschluss sowie die auftretenden Reibungskräfte bei der Unterströmung des Schützes bis zum vollständigen Schließen. Diese Faktoren wirken entgegen dem Eigengewicht des Schützes und könnten das Absenken beeinträchtigen.

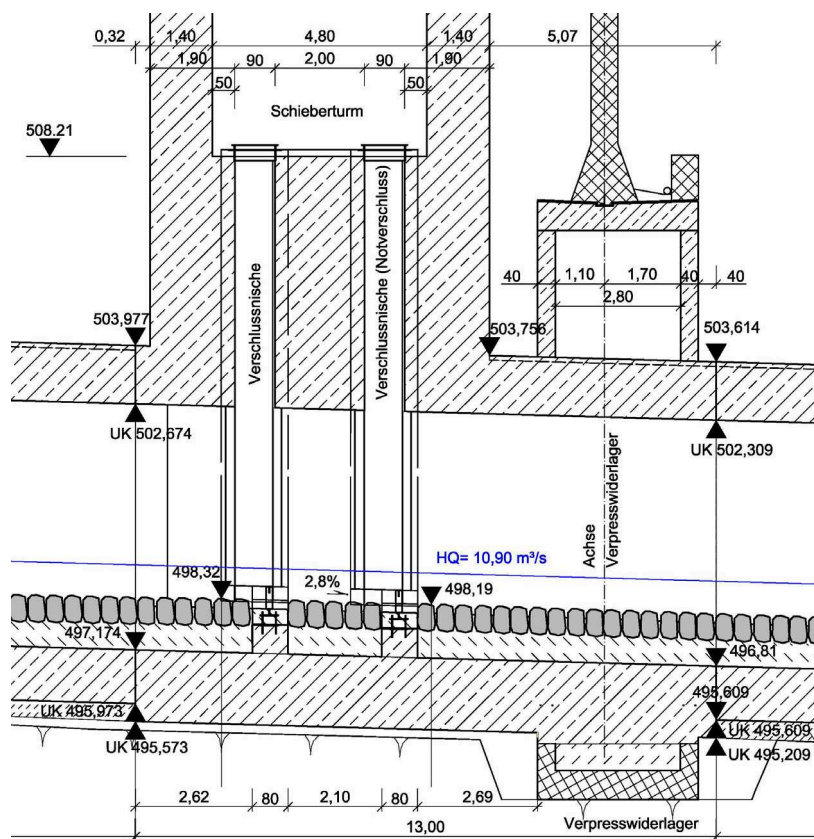


Abbildung 2: Längsschnitt Ökodurchlass am Schieberturm [PG 2011]

Bei konstantem Abfluss wird das Schütz durch den steigenden Zufluss eingestaut. Gleichzeitig reduziert sich der Abflussquerschnitt, was eine Erhöhung der Fließgeschwindigkeit am Verschluss zur Folge hat. Dies wirkt sich positiv auf die Bewegung von Sedimenten in diesem Bereich aus. So können mögliche Ablagerungen durch vorhergehende Abflussschwankungen in den Verschlussnischen mobilisiert und abtragen werden.

Durch eine vorgeschaltete Totholzsperr im Oberwasser des Pöbelbaches und einen Grobrechen am Einlauf des Ökodurchlasses mit einem Stababstand von 30 cm wird bereits größeres Treibgut zurückgehalten. Kontrollen der Durchlässe nach dem Auftreten eines Hochwassers sollten vorgenommen werden, um sicherzustellen, dass keine größeren Störkörper den Schließvorgang beeinträchtigen. Sollte auf Grund einer Störung der Ökodurchlass durch das erste Schütz dennoch nicht vollständig abgeriegelt werden, wird das dahinter angeordnete zweite Schütz nach unten gefahren. (Abbildung 2).

Nach Abklingen des Hochwassers wird das Becken zunächst über die Betriebsauslässe, zwei parallele DN 1200-Rohrleitungen mit Kegelstrahlschieber längs des Ökodurchlasses abgelassen (Abbildung 1). Zur effektiven Senkung des Wasserstands im Retentionsraum setzt die Öffnung des Verschlusses im Ökodurchlass bei einem gemessenen Abfluss im Unterwasser von $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$ ein. Der Wasserstand vor dem Schütz beträgt zu diesem Zeitpunkt ca. 2,30 m.

Das Schütz wird mit einer Geschwindigkeit von 10 mm/min durch Elektrohübsylinder, die im Schieberturm gelagert sind, nach oben gefahren. Die gewählte Öffnungszeit ist in Abhängigkeit der sinkenden Leistung der Betriebsauslässe gewählt. Somit kann ein konstanter Abfluss ins Unterwasser erzielt werden.

Die Geschwindigkeit ist dabei geringer als beim Schließvorgang, um die beim Öffnen des Schützes auftretende Schwallwelle und die gewählte Abflusskapazität gering zu halten. Dennoch steigt kurz nach dem Öffnen des Schützes der Abfluss und die Fließgeschwindigkeit. Dies wird genutzt, um Ablagerungen, die sich vor dem Tor gesammelt haben, ins Unterwasser abzutragen. Nach einem Hochwasserereignis ist daher auch eine Nachbesserung von Sohlsubstrat im Bereich der beiden Verschlüsse eventuell erforderlich.

Die gewählte Öffnungszeit ist in Abhängigkeit der sinkenden Leistung der Betriebsauslässe gewählt. Somit kann ein konstanter Abfluss ins Unterwasser erreicht werden.

Eine Störung des Schließvorganges durch den Einfluss von Eis wird durch die Integration von Heizelementen in den Verschlüssen vermieden.

Auf die Konzeption der ausgeführten Schütze wird im nachfolgenden Abschnitt eingegangen, wobei einleitend die möglichen Varianten des Verschlusssegmentes diskutiert werden.

2 Verschlusssegment

Varianten der Verschlüsse

Zu Beginn der Planung wird untersucht, welche Anforderungen die Verschlüsse erfüllen müssen und welche Randbedingungen sich aus der Einbausituation innerhalb des Durchlasses ergeben. Dabei wird hauptsächlich Augenmerk auf die Möglichkeiten der Montage und der Dichtigkeit sowie Zuverlässigkeit während des Betriebes gelegt. Aus einer Vorauswahl von verschiedenen Verschlussarten wird die Verträglichkeit mit den verschiedenen Bedingungen geprüft und abschließend eine Variante zur weiteren Planung selektiert.

Grundsätzlich wird zwischen drehbaren und verschieblichen Verschlüssen unterschieden. Daraus können verschiedene Varianten entwickelt werden, aus denen sich dann ähnliche Untervarianten ableiten lassen.

Bei den drehbaren Varianten gibt es beispielsweise einen Entwurf, der den Einbau einer absenkbaren Klappe unterhalb der Decke vorsieht. Bei Hochwasser sollte diese Klappe herunterfahren und den Gesamtquerschnitt verschließen. Eine weitere Variante ist die Montage eines Stemmtors.

Es muss berücksichtigt werden, dass die Sohle nicht als waagerechte Ebene ausgebildet wird, sondern eine in der Dichtungslinie ununterbrochen durchlaufende Berme und eine Niedrigwasserrinne vorliegt. Dies allein führt bereits zum Ausschluss der beiden Varianten. Ungünstig kommt außerdem hinzu, dass der Schwenkradius einen sehr großen Platzbedarf in Durchlasslängsrichtung benötigt. Dadurch wäre die Unterbringung von zwei Verschlüssen hintereinander schwierig. Des Weiteren stellt die Verschmutzung der Verschlüsse durch Treibgut eine wesentliche Problematik dar, da dies beim Öffnen der Verschlüsse zu extremen Behinderungen führen würde.

Es ist offensichtlich, dass für dieses Bauwerk nur der Einbau eines verschieblichen Verschlusses sinnvoll ist. Aufgrund der Einbaulage und der damit verbundenen, nicht zu verhindernden Verschmutzung wird die Variante eines Senkschützes von vornherein ausgeschlossen. Hier ist das Kriterium der Zuverlässigkeit nicht abgesichert. Bei der Untersuchung eines seitlich angeordneten Schiebetors wird deutlich, dass die sehr tiefe Seitenkammer im geöffneten Zustand ebenfalls sehr anfällig für Verschmutzungen sind. Der Hauptgrund für den Ausschluss dieser Variante ist aber die Geometrie der Sohle, die auf Grund der Berme keine durchgängige Laufschiene für die Verschlussbewegung bietet. Der Bereich der Niedrigwasserrinne hätte auf diese Weise ebenfalls nicht verschlossen werden können.

Ausgeführte Variante

Aus der Untersuchung verschiedener Varianten geht hervor, dass die technisch günstigste Variante der Einbau eines Hubschützes ist. Diese Variante wurde von Beginn an mitverfolgt und wird auf Grund der überwiegenden Vorteile weitergeplant. Der Ökodurchlass hat zwei hintereinander liegende Verschlüsse, von denen jeder einzelne allein die Abschottung des Damms vor Hochwasser gewährleistet. Die Verschlüsse sind im geöffneten Zustand nach oben verfahren und ruhen in einer Schieberkammer, die bereits Bestandteil des Schieberturms ist.

Oberhalb des Schieberturms sind die Antriebe in Form von Elektrohübsylindern in einem Betriebsgebäude untergebracht. Dabei treibt ein Elektromotor eine innere Spindel mittels eines Schneckengetriebes an. Bei einem eventuellen Stromausfall kann dieses Getriebe mit einer Handkurbel oder mit akkubetriebenen Hilfsgeräten angetrieben werden. Der Verschluss hängt mit Zugstangen an den Antrieben und muss nicht separat arretiert werden.

Die Schieberkammer ist durch zwei Dichtungsdeckel vom Turm getrennt. Dies ist notwendig, damit das Hochwasser nicht im Aufhängebereich des Hubschützes in den Turm dringt und am hinteren Verschluss wieder austritt. Da die Zugstangen des Schützes bis nach oben in das Betriebsgebäude laufen, müssen diese den Dichtungsdeckel durchstoßen. Eine Abdichtung des Deckels unter Berücksichtigung der Bewegung der Zugstangen ist an dieser Stelle nur schwer möglich und stellt keine dauerhafte Lösung dar. Daher werden auf den Dichtungsdeckeln Führungsrohre angeordnet, in denen die Zugstangen verlaufen. Die Rohre werden während des Einstaus mit geflutet. Die Zugstangen liegen dann vollständig

im Wasser. Der Turm bleibt während eines Hochwassers durch diese Maßnahme trocken.

Der Verschluss im Ökodurchlass wird so montiert, dass die Stauhaut auf der Unterwasserseite liegt. Auf der Gegenseite werden horizontal verlaufende Trapezhohlrippen aufgeschweißt, die durch vertikale Rippen miteinander verbunden sind. Dadurch ergibt sich eine horizontale Spannrichtung für das Bauteil.

Die Besonderheit der Konstruktion ist die in der Sohle eingelassene Niedrigwasserrinne mit seitlich angeordneter Berme. Dadurch werden sehr hohe Anforderungen an die Form der Schütztafel mit allen dort befindlichen Dichtungen gestellt. Die besondere Ausbildung der Unterseite macht eine Sonderkonstruktion der untersten Hohlrippe notwendig. Hier wird der unten überstehende Teil des Verschlusses als Kragteil angehängt und mit Rippen verstärkt. Die unterste Hohlrippe ist der stärkeren Belastung angepasst und gibt ihre Lagerkräfte, so wie die anderen Rippen in den Endquerblechen ab.

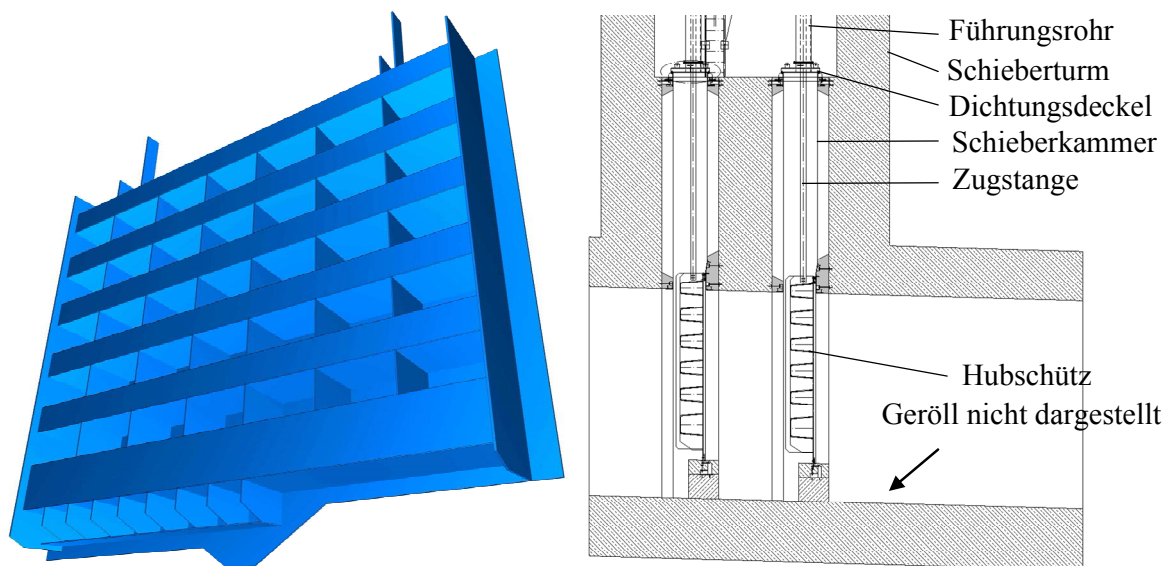


Abbildung 3: Hubschütz-Rendering und Lage im Ökodurchlass [PG 2011]

Äußere Einflüsse auf den Verschluss

Die Dichtungslinie und die Lasteinleitungsschienen befinden sich auf der Unterwasserseite. Als Dichtung wird seitlich ein Notenprofil verwendet. Der Kopfbereich erhält eine Wulstdichtung, der Fußbereich eine Quetschdichtung. Aufgrund der Fußgeometrie muss das Schütz insbesondere in der seitlichen Position exakt eingestellt werden, damit der Überstand genau in die Niedrigwasserrinne passt und hier auch gut abdichtet.

Wie jeder Verschluss im Stahlwasserbau unterliegt auch das Hubschütz des Ökodurchlasses den verschiedensten Einflüssen, die sich aus den Nutzungsbedingungen und den Einbaubedingungen ergeben. Im geöffneten Betriebszustand passiert der Bach mit einem geringen Wasserstand innerhalb der Niedrigwasserbinne das Bauwerk. Dabei sind Ablagerungen in den Seitennischen ausgeschlossen. Weiterhin wird aufgrund der Rinne ein ständiger Mindestwasserstand erreicht, sodass die Fischwanderung durch das Bauwerk nicht gefährdet ist und die natürlichen Bedingungen auch bachabwärts erhalten bleiben.

Bei höheren Wasserständen kann es im Bereich der Verschlüsse zum Absetzen von Treibgut kommen. Zur Verhinderung des Eindringens größerer Gegenstände wird vor dem Einlaufbauwerk ein Grobrechen montiert. Durch eine entsprechende Programmierung der Antriebszylinder wird auf den Ablauf des Absenkvorgangs Einfluss genommen. Das Schütz wird bei einer Hochwasserwarnung zunächst soweit heruntergefahren, dass ein kleiner Spalt unter dem Schütz verbleibt. Durch die entstehende höhere Fließgeschwindigkeit wird der Bereich vor und hinter dem Schütz gespült. Erst danach wird das Schütz bis in die Endlage gefahren.

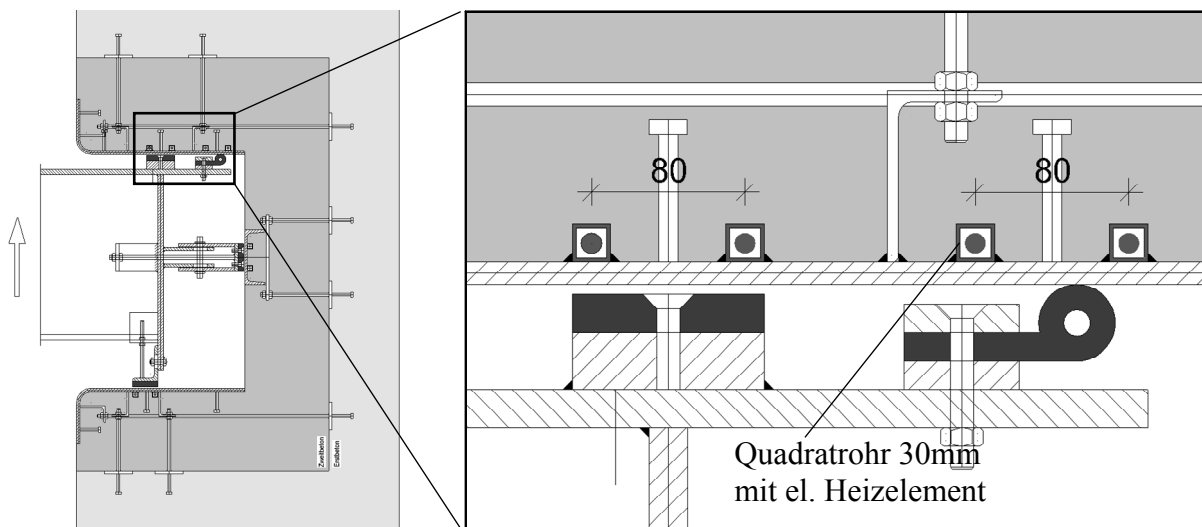


Abbildung 4: Seitennische mit Begleitheizung des Einbauteils [PG 2011]

Die Umspülung der festen Einbauteile mit Wasser führt im Winter unter Umständen zur Bildung eines Eispanzers in den Seitennischen, welcher die Funktion des Verschlusses beeinträchtigt. Um dies zu verhindern, wird an der Innenseite der Einbauteile über die gesamte Länge der Dichtungs- und Führungsschienen eine vertikale Begleitheizung vorgesehen. An den Innenseiten der Schienen werden aufgeschweißte Stahlhohlprofile angebracht, in denen elektri-

sche Heizelemente eingelassen sind. Diese können bei Bedarf vom Schieberturm aus gewechselt werden.

3 Planungsstand und Ausblick

Der Neubau des Hochwasserrückhaltebeckens im Auftrag der Landestalsperrenverwaltung oberes Elbtal befindet sich momentan in der Ausführungsplanung. Die Vorbereitung der Vergabe ist für das II. Quartal 2012 geplant.

Der Baubeginn der Massivbauwerke ist für das Jahr 2013 avisiert, wobei einzelne vorgezogene Maßnahmen bereits abgeschlossen bzw. in der Ausführung sind.

4 Literatur

- Planungsgemeinschaft (PG), INROS LACKNER AG & G.U.B. Ingenieur AG (2011):
Neubau Hochwasserrückhaltebecken Niederpöbel. Ausführungsplanung, Leseexemplar. Im Auftrag der Landestalsperrenverwaltung Oberes Elbtal, 2011
- Planungsgemeinschaft (PG), INROS LACKNER AG & G.U.B. Ingenieur AG (2007):
Neubau Hochwasserrückhaltebecken Niederpöbel. Antrag auf Planfeststellung. Im Auftrag der Landestalsperrenverwaltung Oberes Elbtal, 2007.

Autoren:

Dipl.-Ing. Nadja Höschel

Dipl.-Ing. (FH) Dirk Meyer

INROS LACKNER AG
Fachbereich Wasserbau
Schweizer Str. 3 b
01069 Dresden

INROS LACKNER AG
Fachbereich Stahlbau
Rosa-Luxemburg Str. 16
18055 Rostock

Tel.: +49 351 89 56 12 11

Tel.: +49 381 45 67 942

Fax: +49 351 89 56 11 30

Fax: +49 351 45 67 855

E-Mail: nadja.hoeschel@inros-lackner.de

E-Mail: dirk.meyer@inros-lackner.de